

Pengenalan Ras Kucing Scottish Fold Menggunakan Metode Histogram of Oriented Gradients dan Jaringan Saraf Tiruan

Sakinah Indriyani¹, Febryanti Sthevanie², Kurniawan Nur Ramadhani³

^{1,2,3} Fakultas Informatika, Universitas Telkom, Bandung

¹sakinahindriyani@students.telkomuniversity.ac.id, ²sthevanie@telkomuniversity.ac.id,

³kurniawannr@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Kucing merupakan salah satu hewan peliharaan yang cukup populer dikalangan manusia. Menurut The Cat Fanciers Association (CFA), terdapat 42 ras kucing di dunia. Dari 42 ras kucing tersebut, hanya terdapat 1% ras asli kucing dari jumlah keseluruhan populasi kucing di dunia, dikarenakan banyaknya perkawinan silang antar ras kucing. Setiap ras memiliki penanganan yang berbeda, salah satunya yaitu kucing Scottish Fold merupakan ras kucing yang dikenal rentan. Dengan metode pengolahan citra dan machine learning, dibangun sistem untuk mengenali ras kucing Scottish Fold dengan ekstraksi fitur HOG dan proses klasifikasi Jaringan Saraf Tiruan. Pengenalan ras kucing dibedakan menjadi pengenalan ras kucing Scottish Fold dan Non-Scottish Fold. Evaluasi dari model yang telah dibangun menghasilkan nilai akurasi sebesar 97,5% untuk telinga kucing, 96% untuk wajah kucing tanpa background dan 90,5% untuk wajah kucing dengan background menggunakan parameter HOG 8x8 pixel per cells, 1x1 block per cells, bins 9, dan parameter JST dengan jumlah neuron 50 pada 1 hidden layer.

Kata kunci : Kucing, Pengenalan Ras, Pengenalan Wajah, Histogram of Oriented Gradients, Jaringan Saraf Tiruan

Abstract

Cat is one of the pets that quite popular around humans. According to The Cat Fanciers Association (CFA), there are 42 cat breed in this world. From 42 cat breeds, there are only 1% pure-bred cat in this world, because of cross-breed between cats. Every cat-breed has different way to take care of. Scottish Fold is one of cat-breed that pretty vulnerable. With image processing and machine learning, a system to recognize Scottish Fold cat-breed using HOG for extraction feature and Artificial Neural Network for classification is built. Cat-breed recognition divided by two as Scottish Fold and Non-Scottish Fold. The accuracy of this system is 97,5% for cat's ears image, 96% for cat's face image without background, and 90,5% for cat's face image with background using HOG parameter 8x8 pixel per cells, 1x1 cells per block, 9 bins, and ANN parameter 50 neuron in 1 hidden layer.

Keywords: Cats, Race Recognition, Face Recognition, Histogram of Oriented Gradients, Artificial Neural Network

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Kucing merupakan salah satu hewan peliharaan yang cukup populer dikalangan manusia. Menurut The Cat Fanciers Association (CFA) [1], terdapat 42 ras kucing di dunia. Dari 42 ras kucing tersebut, populasinya di dunia hanya sebesar 1% dibandingkan dengan populasi kucing jenis feral (atau biasa disebut dengan kucing liar/domestik) [7] dikarenakan sudah banyaknya kawin silang antar ras kucing. Setiap ras kucing memiliki perbedaan pola hidup. Kucing dapat dibedakan rasnya dari postur, kelebatan tubuh, bentuk wajah, bentuk telinga, dan warna.

Dalam kasus kali ini dipilih ras kucing Scottish Fold yang memiliki ciri khas telinga berukuran kecil dan terlipat kedepan, membuatnya berbeda dengan ras kucing lainnya. Ras kucing Scottish Fold di dunia sudah banyak memiliki campuran dengan ras lain yang mengakibatkan masyarakat masih salah mengenali kucing dengan ras tersebut. Kesalahan dalam pengenalan ras kucing Scottish Fold berdampak pada kesalahan dalam perawatan dan penanganannya dikarenakan Scottish Fold merupakan salah satu kucing dengan tingkat kerentanan yang cukup tinggi sehingga membutuhkan penanganan yang tepat oleh pemilik kucing tersebut.



Gambar 1. Beberapa jenis ras kucing yang ada di dunia

Pengolahan citra diawali dengan ekstraksi fitur, dimana ekstraksi fitur berfokus menentukan pola utama dari citra, baik dari pola Shape, Color atau Texture. Salah satu metode ekstraksi fitur citra adalah Histogram of Oriented Gradients (HOG) yang digunakan untuk pengenalan shape pada citra. Hasil HOG dapat merepresentasikan pola utama dari citra.

Penggunaan Jaringan Saraf Tiruan (JST) menurut Patil et al. [10] merupakan teknik pembelajaran mesin yang dapat diaplikasikan untuk analisis data seperti pengenalan pola, yang memiliki performansi yang sangat baik dikarenakan memiliki kemampuan untuk proses pembelajaran yang cepat.

Pada Tugas Akhir ini pemanfaatan Histogram of Oriented Gradients akan digunakan sebagai ekstraksi fitur terhadap citra wajah kucing dan hasil ekstraksi fitur tersebut akan dilakukan klasifikasi dengan Jaringan Saraf Tiruan yang akan menentukan apakah kucing tersebut merupakan ras kucing Scottish Fold atau Non-Scottish Fold.

Topik dan Batasannya

Banyaknya ras kucing dengan ciri yang berbeda mengakibatkan beberapa orang tidak dapat membedakan ras kucing tertentu, seperti contohnya tidak dapat membedakan kucing Scottish Fold dengan ras kucing lain sehingga berakibat kesalahan dalam perawatan kucing dengan ras tersebut.

Batasan masalah dari penelitian ini adalah

1. Citra kucing yang diolah merupakan citra bagian wajah kucing dan citra bagian telinga kucing.
2. Citra kucing yang diolah tidak membutuhkan background sehingga akan dilakukan penghapusan background yang dilakukan secara manual.
3. Cropping keseluruhan citra dilakukan secara manual.
4. Citra kucing yang digunakan adalah citra kucing yang menghadap kedepan.
5. Citra telinga kucing didapatkan dari hasil cropping manual dan di-rotate secara manual

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah membangun sistem pengenalan ras kucing Scottish Fold dan Non-Scottish Fold menggunakan metode Histogram of Oriented Gradients dan Jaringan Saraf Tiruan. Serta mengukur performansi sistem yang telah dibangun.

Organisasi Tulisan

Penulisan tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab yaitu:

1. Bab 1 (Pendahuluan)
Bab ini berisi tentang latar belakang, topik dan batasannya, tujuan, dan organisasi tulisan pada tugas akhir.
2. Bab 2 (Studi Terkait)
Bab ini berisi tentang penelitian-penelitian dan ilmu-ilmu yang terkait dengan tugas akhir.
3. Bab 3 (Sistem yang Dibangun)
Bab ini berisi tentang penjelasan sistem yang dibangun terhadap tugas akhir. Sistem yang akan dibangun meliputi bagaimana tahapan keseluruhan sistem.
4. Bab 4 (Evaluasi)
Bab ini berisi tentang evaluasi terhadap tugas akhir. Evaluasi meliputi bagaimana hasil pengujiannya dan analisis terhadap hasil pengujian tugas akhir.

5. Bab 5 (Kesimpulan)

Bab ini berisi tentang kesimpulan terhadap tugas akhir. Kesimpulan meliputi bagaimana kesimpulannya dan apa saja saran yang bisa diberikan terhadap tugas akhir atau penelitian selanjutnya yang terkait.

2. Studi Terkait

2.1 Penelitian Terkait

Dalal & Triggs [4] pada tahun 2005 melakukan penelitian terhadap deteksi manusia menggunakan Histogram of Oriented Gradients. Hasil penelitiannya menyebutkan menaikkan nilai bin sampai 9 dengan range sudut 0-180, meningkatkan akurasi klasifikasi. Dengan menggunakan data gambar berukuran 64 x 128 pixel dan classifier SVM, menghasilkan akurasi 89%.

Zhang et al. [13] pada tahun 2008 melakukan penelitian terhadap deteksi kepala kucing. Menggabungkan ekstraksi fitur shape dengan metode HOG dan fitur tekstur dengan metode Haar, untuk klasifikasi citra hewan kucing dan hewan yang mirip kucing. Ekstraksi fitur menggunakan 5 bagian telinga untuk HOG, dan bagian hidung sampai mata untuk Haar. Dengan menggunakan classifier SVM, nilai precision yang diperoleh yaitu 63,2%.

Vardhan et al. [12] pada tahun 2017 melakukan penelitian terhadap pengenalan daun menggunakan Histogram of Oriented Gradients dan Jaringan Saraf Tiruan. Dataset daun yang digunakan adalah dari flavia datasheet yang terdiri dari 8 kelas. Meneliti penggunaan classifier JST untuk mengidentifikasi masing-masing kelas daun. Dengan ratio 75/15/15 dari jumlah data 400 gambar, diperoleh hasil akurasi sebesar 98,5%.

Mariani, [8] pada tahun 2016 melakukan penelitian dalam pengembangan aplikasi pendeteksi ras kucing berbasis android menggunakan Viola-Jones dan LBPH. Dataset ras kucing yang digunakan adalah Persia, Exotic, Angora, Himalayan, dan kucing. Peneliti mendapatkan hasil rata-rata klasifikasi 46% untuk pengenalan menggunakan Viola-Jones dan 75% untuk LBPH. Hasil pendeteksian paling maksimal adalah jika dilakukan pada daerah bercahaya terang.

2.2 Kucing

Kucing (*Felis silvestris catus*) adalah senejis mamalia karnivora dari keluarga Felidae. Kata "kucing" ini merujuk kepada jenis "kucing" yang telah dijinakkan, dikarenakan terdapat juga "kucing besar" yang merujuk pada singa dan harimau.

Kucing telah berbaur dengan kehidupan manusia sudah sejak lama. Saat ini, kucing merupakan salah satu hewan peliharaan terpopuler di dunia. Jumlah kucing dalam bentuk pure breed atau ras asli hanyalah 1% dari seluruh kucing di dunia, dikarenakan sisanya adalah kucing dengan keturunan campuran dengan ras lain.

Scottish Fold merupakan salah satu ras kucing yang memiliki karakteristik telinga terlipat kedepan. Karakteristik kucing tersebut dikarenakan mutasi gen dominan dari kucing [2]. Bentuk telinga kucing Scottish Fold dapat berbeda-beda untuk setiap kucing, dikarenakan pada umumnya telinga kucing tersebut baru terlipat kedepan 3 minggu setelah kucing Scottish Fold lahir berdasarkan gen dari induknya [5].

2.3 Pengolahan Citra

Pengolahan Citra adalah metode untuk mengolah piksel-piksel dalam citra digital untuk kebutuhan tertentu. Pengolahan citra merupakan disiplin ilmu dalam bidang informatika yang pada prosesnya mengolah citra menggunakan komputer untuk menjadikan citra dengan kualitas yang lebih baik [9]. Proses pengolahan citra banyak melibatkan persepsi visual, dan mempunyai ciri data masukan dan informasi keluaran yang berbentuk citra [11].

2.4 Histogram of Oriented Gradient

Histogram of Oriented Gradient (HOG) merupakan salah satu algoritma fitur ekstraksi yang digunakan untuk mendeteksi suatu objek [4]. Prinsip kerja HOG adalah menghitung nilai dan arah pada suatu citra agar terlihat distribusi gradien yang akan digunakan sebagai fiturnya.

Proses awal untuk membangun HOG adalah menghitung nilai gradien horizontal dan vertikal. Sebelum menghitung nilai gradien, citra dirubah menjadi citra grayscale agar tidak memperhatikan intensitas yang berbeda dari 3 channel warna (RGB). Nilai tersebut didapatkan dengan konvolusi citra dengan filter sebagai berikut:

$$I_x = I * \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

$$I_y = I * \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}^T \quad (2.2)$$

Dimana:

I: citra graylevel

I_x : matriks terhadap sumbu-x

I_y : matriks terhadap sumbu-y

Kemudian dari nilai gradien tersebut, akan dikalkulasikan magnitudo (besar gradien) menggunakan rumus (2.3) dan direction (orientasi gradien) menggunakan rumus (2.4) sebagai berikut:

$$|I| = \frac{I_x^2 + I_y^2}{2} \quad (2.3)$$

$$\theta = \arctan\left(\frac{I_x}{I_y}\right) \quad (2.4)$$

Dimana:

|I|: magnitudo gradien citra

θ : direction gradien citra

Setelah didapatkan magnitudo dan direction tersebut, akan dilakukan pembagian histogram setiap cells dalam bin dalam rentang $0^\circ - 180^\circ$ yang sudah ditentukan. Pembagian histogram dilakukan dengan cara voting dari hasil nilai magnitudo dan orientation nya. Misalnya akan dibangun histogram dengan nilai bin 9, maka pembagian histogram-nya dalam rentang ($0^\circ - 20^\circ$, $20^\circ - 40^\circ$, $40^\circ - 60^\circ$, $60^\circ - 80^\circ$, $80^\circ - 100^\circ$, $100^\circ - 120^\circ$, $120^\circ - 140^\circ$, $140^\circ - 160^\circ$, dan $160^\circ - 180^\circ$).

Setelah didapatkan hasil histogramnya, akan dilakukan penggabungan histogram dari setiap cells dalam satu block. Kemudian hasil penggabungan tersebut akan dinormalisasikan dengan rumus sebagai berikut:

$$b^0 = \frac{b}{k b k + e} \quad (2.5)$$

Dimana:

b : nilai fitur blok

e : bilangan positif yang bernilai kecil untuk mencegah pembagian dengan 0.

Setelah didapatkan nilai normalisasi setiap blok, nilai tersebut akan digabungkan menjadi satu fitur HOG. Setiap blok yang saling bertetangga dapat dijumlahkan dalam berbagai cara (overlapping) sehingga tidak menutup kemungkinan bahwa akan ada cell yang muncul pada blok yang berbeda.

2.5 Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan Saraf Tiruan (Artificial Neural Network) merupakan model matematik yang berupa sekumpulan unit yang terhubung secara paralel yang menyerupai jaringan saraf pada otak manusia [6]. Secara analogi, unit tersebut disebut "neuron". Struktur pada neuron terdiri dari fungsi penjumlahan, fungsi aktivasi, dan output.

Secara matematis, cara kerja dari neuron tersebut dirumuskan dalam langkah berikut:

Pertama, hitung nilai penjumlahan seluruh input yang masuk menggunakan rumus pada (2.6).

$$V = \sum_i w_i x_i + b \quad (2.6)$$

Dimana:

w : bobot

i : input

b : bias

Setelah didapat hasil penjumlahan input, lakukan kalkulasi hasil akhir menggunakan salah satu jenis fungsi aktivasi yaitu fungsi aktivasi sigmoid (F) menggunakan rumus pada (2.8),

$$F(V) = \frac{1}{1 + e^{-V}} \quad (2.7)$$

Fungsi aktivasi pada JST yang dapat digunakan selain sigmoid adalah TanH, Rectified Linear Unit, Identitas, Max Out, dan lainnya yang berfungsi untuk mengaktifkan neuron dan menentukan hasil output suatu neuron agar lebih maksimal.

Salah satu arsitektur JST adalah Multi-Layer Perceptron (MLP) yang terdiri dari beberapa lapis neuron.

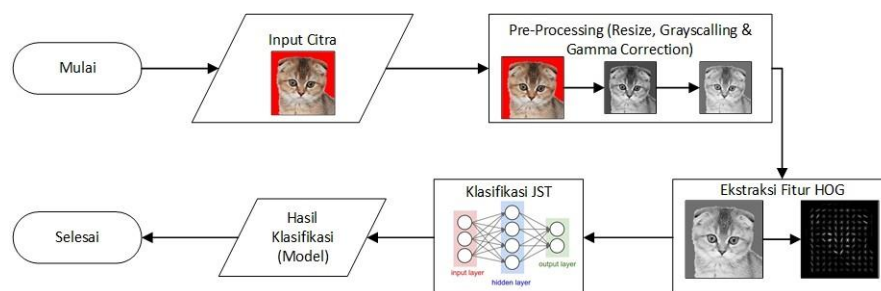
Proses yang terjadi dalam MLP menggunakan algoritma pembelajaran backpropagation yang terbagi dalam dua yaitu feed forward dan backpropagation. Proses feedforward merupakan proses yang terdiri dari pengalihan input dan bobot yang dilanjutkan dengan fungsi aktivasi mulai dari layer pertama (input layer) hingga layer terakhir (output layer), yang kemudian dihitung nilai error-nya. Setelah didapatkan nilai error-nya, dilakukan proses backpropagation untuk menurunkan error.

Backpropagation merupakan proses mempropagasikan total error secara mundur melalui layer-layer di dalam Jaringan, menghitung gradien dari setiap bobot untuk diakumulasikan sebagai error setiap layer, kemudian mengoptimalkan bobot, dan akhirnya meminimalkan kesalahan total dari JST. Satu proses feed-forward dan backpropagation ini disebut sebagai epoch atau iterasi. Semakin besar epoch yang dilakukan, semakin baik JST dapat belajar untuk meminimalkan nilai error.

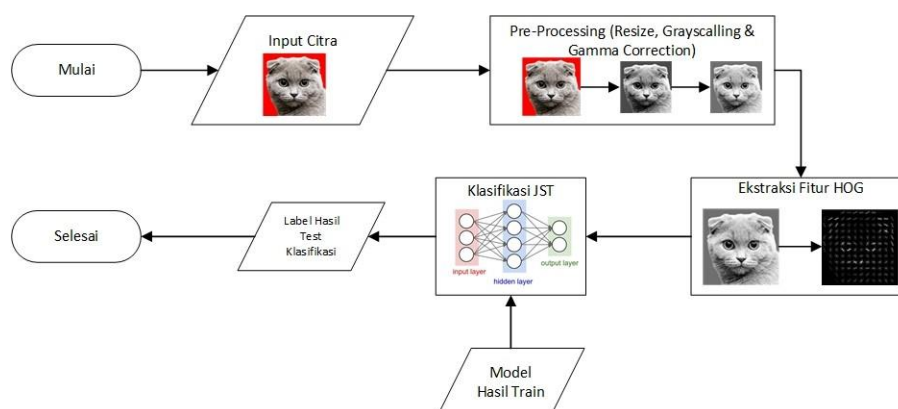
3. Sistem yang Dibangun

Sistem yang dibangun yaitu sistem yang dapat mengidentifikasi ras kucing berdasarkan dua jenis citra, yaitu citra wajah kucing dan citra telinga kucing. Sistem ini menggunakan ekstraksi fitur HOG (Histogram of Oriented Gradient) dan klasifikasi dengan Jaringan Saraf Tiruan (JST).

Proses secara umum yang dilakukan adalah melakukan input citra training yang kemudian dilakukan pre-processing. Hasil dari preprocessing tersebut akan dilakukan ekstraksi fitur menggunakan HOG. Hasil ekstraksi fitur tersebut akan dilakukan klasifikasi menggunakan JST. Hasil dari klasifikasi tersebut akan menghasilkan akurasi training dan akan menyimpan data model yang akan digunakan untuk proses testing. Selanjutnya akan melakukan input citra testing yang akan dilakukan preprocessing dan hasilnya diekstraksi fitur menggunakan HOG. Hasil tersebut diklasifikasikan menggunakan model training JST yang akan menghasilkan akurasi testing. Flowchart dari proses ini ditunjukkan pada gambar 2 untuk training dan gambar 3 untuk testing.

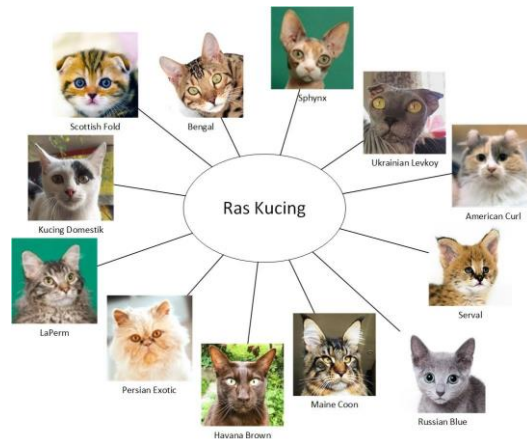


Gambar 2. Gambaran umum proses training sistem pengenalan ras kucing yang akan dibangun



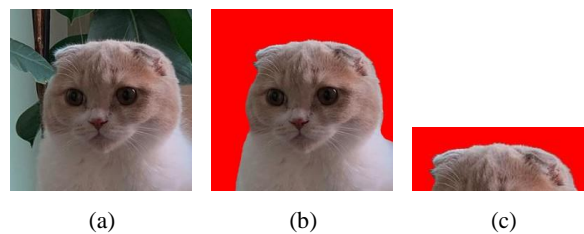
Gambar 3. Gambaran umum proses testing sistem pengenalan ras kucing yang akan dibangun

Dataset kucing yang digunakan tersusun dari Oxford-IIIT Pet Dataset [3], gambar dari Google Images, website 500px, platform social media Instagram dan gambar yang diambil sendiri pada setiap jenis kucing terdiri dari 300 citra. Inputan pada sistem menggunakan 600 citra dari 2 kelas kucing, yaitu Scottish Fold dan Non-Scottish Fold. Rincian ras kucing yang digunakan untuk dataset terdapat pada gambar 4.



Gambar 4. Ras Kucing Scottish Fold dan Non-Scottish Fold yang digunakan sebagai dataset

3.1 Input Citra

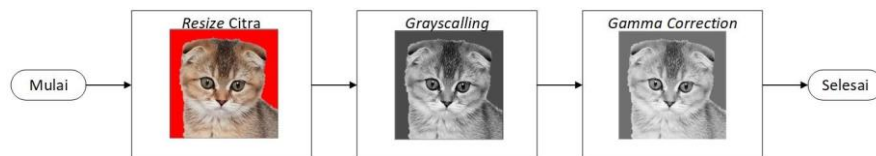


Gambar 5. Inputan citra yang digunakan, (a) Wajah kucing dengan background, (b) Wajah kucing tanpa background, (c) Telinga kucing tanpa background

Tahap awal, citra dipilah dan dilakukan cropping pada wajah saja, dikarenakan dataset mengandung bagian tubuh dan background yang berlebihan. Melalui tahap ini kemudian citra di-resize supaya setiap gambar memiliki ukuran yang sama. Untuk citra kucing yang membutuhkan telinga saja, akan dilakukan cropping citra terhadap bagian tersebut. Untuk citra telinga kucing, dilakukan rotate secara manual agar teridentifikasi dengan baik.

3.2 Pre-Processing

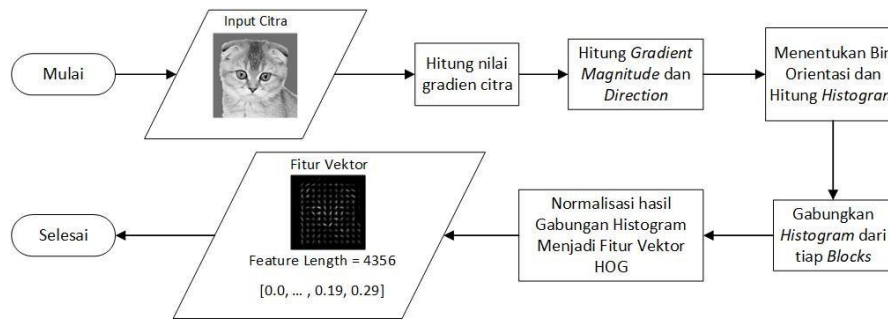
Tahap ini akan melakukan resizing pada citra. Kemudian dilakukan proses grayscaling pada citra inputan. Citra akan ditingkatkan kecerahannya dengan menggunakan gamma correction sebesar 1.5. Gamma correction digunakan untuk meningkatkan kontras dari citra.



Gambar 6. Preprocessing sistem pengenalan ras kucing

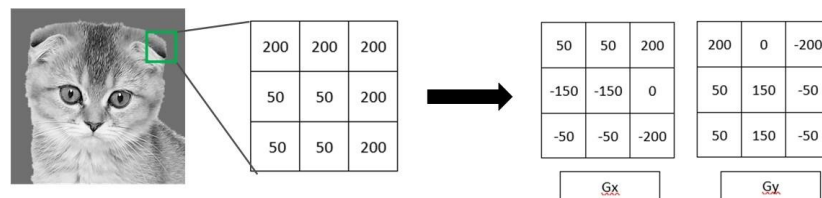
3.3 Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur menggunakan metode Histogram of Oriented Gradients (HOG). Citra yang digunakan adalah citra wajah kucing dan citra telinga kucing. Parameter yang digunakan pada fitur ekstraksi adalah 5x5, 8x8, 10x10, dan 16x16 untuk pixel per cells, 1x1 dan 2x2 untuk cells per blocks dengan jumlah bins 9 dalam sudut 180°.

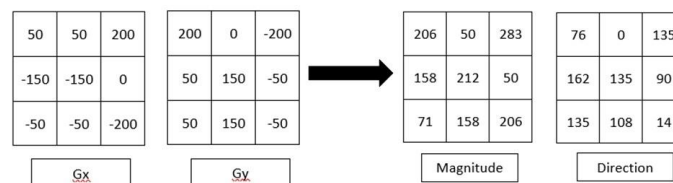


Gambar 7. Ekstraksi Fitur dengan Histogram of Oriented Gradients sistem pengenalan ras kucing

Untuk setiap cells akan dihitung nilai gradien citra horizontal dan vertikal menggunakan rumus pada (2.1) dan (2.2). Contoh hasil perhitungan gradien citra terdapat pada gambar 8. Kemudian dari hasil nilai gradien citra tersebut, dihitung nilai magnitude dan direction menggunakan rumus pada (2.3) dan (2.4). Contoh hasil perhitungan nilai magnitude dan direction terdapat pada gambar 9.

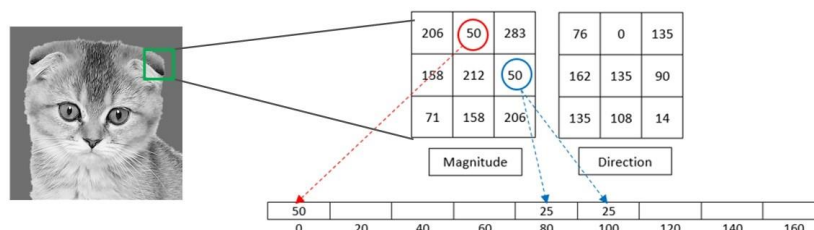


Gambar 8. Hasil perhitungan nilai gradien citra horizontal (Gx) dan vertika (Gy)



Gambar 9. Hasil perhitungan nilai magnitude dan direction

Setelah didapatkan magnitude dan direction tersebut, akan dilakukan pembagian histogram setiap cells dalam bin dalam rentang $0^\circ - 180^\circ$ yang sudah ditentukan. Pembagian histogram dilakukan dengan cara voting dari hasil nilai magnitude dan direction-nya. Dalam sistem ini, bins yang digunakan adalah 9. Contoh pembagian histogramnya terdapat pada gambar 10.

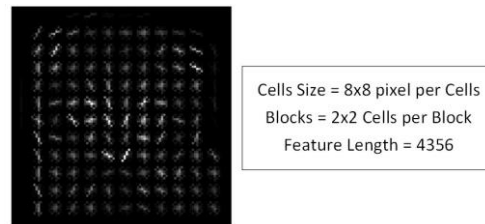


Gambar 10. Voting nilai magnitude pada direction

Jika voting nilai magnitude berada diantara dua direction, contoh pembagiannya dirumuskan seperti berikut.

- Jika $\theta = 90$
- Jarak dengan bin 80 dan 100 masing-masing bernilai 10
- Maka rasio pembagian antara keduanya adalah $\frac{10}{20}$ yang akan dikalikan dengan nilai magnitude 25

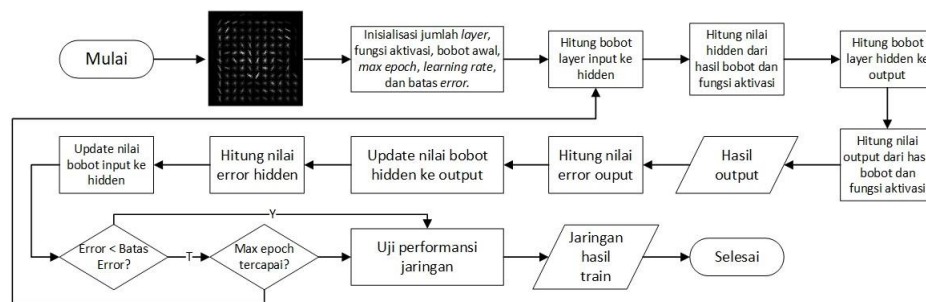
Setelah didapatkan hasil histogram-nya, akan dilakukan penggabungan histogram dari setiap blocks. Kemudian hasil penggabungan tersebut akan dinormalisasikan dengan rumus pada (2.5). Lalu akan didapatkan hasil berupa nilai vektor fitur Histogram of Oriented Gradients.



Gambar 11. Contoh visualisasi hasil fitur vektor HOG

3.4 Klasifikasi

Klasifikasi menggunakan metode Jaringan Saraf Tiruan. Hasil fitur yang didapat dari hasil ekstraksi fitur HOG akan menjadi nilai input. Hidden Layer yang digunakan adalah 1 layer yang terdiri dari 5 nodes dan 100 nodes. Fungsi aktivasi yang digunakan adalah fungsi sigmoid.



Gambar 12. Klasifikasi hasil fitur dengan Jaringan Saraf Tiruan untuk pengenalan ras kucing

Proses pembelajaran klasifikasi pada gambar 12, diawali tahap feed-forward dengan melakukan penghitungan nilai bobot dan hasil fungsi aktivasi di setiap layer. Nilai pada output layer kemudian dihitung tingkat error. Setelah proses feed-forward, dilakukan backpropagation untuk meninjau pola terbaik dan menentukan bobot untuk epoch selanjutnya. Hasil dari proses pembelajaran menghasilkan model neural network yang akan digunakan untuk proses pengujian.

4. Evaluasi

4.1 Hasil Pengujian

Berdasarkan rancangan sistem di bab 3, sistem dibangun dengan bahasa pemrograman Python. Dataset yang digunakan adalah 600 citra data train yang dibagi menjadi 300 data train untuk kucing Scottish Fold dan 300 data train untuk kucing Non-Scottish Fold, dan 400 citra data test yang dibagi menjadi 200 data test untuk kucing Scottish Fold dan 200 data test untuk kucing Non-Scottish Fold. Pengujian citra juga dibagi 2 jenis yaitu citra telinga kucing tanpa background dan citra wajah kucing tanpa background.

Pengujian yang pertama adalah pengujian sistem terhadap ekstraksi fitur HOG. Pengujian ini menggunakan skenario k-fold cross validation dengan nilai $k = 5$, yang data latih akan dibagi menjadi 5 bagian untuk digunakan sebagai data uji untuk validasi. Citra yang digunakan adalah citra telinga kucing, citra wajah kucing tanpa background dan citra wajah kucing dengan background. Parameter klasifikasi yang digunakan adalah 1 hidden layer dengan 20 neuron, fungsi aktivasi sigmoid, learning rate 0.01, epoch max 1000, dan random state 1. Parameter yang akan diuji untuk HOG ini adalah jumlah pixels-per-cells dan cells-per-block. Parameter tersebut berdampak pada perbedaan hasil jumlah fitur. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil akurasi parameter HOG pada pengenalan kucing berdasarkan citra telinga kucing, wajah kucing tanpa background dan dengan background untuk mengenali kucing Scottish Fold

| No | Jenis Citra | Pixel per Cells | Cells per Blocks | Training | Testing | Reached Epoch | Runtime |
|----|-------------------------|-----------------|------------------|----------|---------|---------------|---------|
| 1 | Telinga | 5x5 | 1x1 | 97,17% | 96,25% | 198 | 195 s |
| 2 | | 5x5 | 2x2 | 97,17% | 96,75% | 215 | 157 s |
| 3 | | 8x8 | 1x1 | 97,83% | 97,00% | 240 | 67 s |
| 4 | | 8x8 | 2x2 | 97,17% | 96,50% | 291 | 83 s |
| 5 | | 10x10 | 1x1 | 97,50% | 96,75% | 272 | 58 s |
| 6 | | 10x10 | 2x2 | 97,00% | 96,25% | 249 | 65 s |
| 7 | | 16x16 | 1x1 | 96,00% | 96,50% | 452 | 43 s |
| 8 | | 16x16 | 2x2 | 96,83% | 96,25% | 421 | 65 s |
| 9 | Wajah tanpa Background | 5x5 | 1x1 | 94,00% | 93,25% | 201 | 355 s |
| 10 | | 5x5 | 2x2 | 96,00% | 94,25% | 205 | 520 s |
| 11 | | 8x8 | 1x1 | 95,83% | 95,25% | 220 | 304 s |
| 12 | | 8x8 | 2x2 | 95,83% | 93,75% | 196 | 326 s |
| 13 | | 10x10 | 1x1 | 95,50% | 94,75% | 251 | 160 s |
| 14 | | 10x10 | 2x2 | 95,50% | 94,50% | 215 | 200 s |
| 15 | | 16x16 | 1x1 | 95,67% | 94,25% | 345 | 121 s |
| 16 | | 16x16 | 2x2 | 96,00% | 95,25% | 388 | 129 s |
| 17 | Wajah dengan Background | 5x5 | 1x1 | 89,67% | 0,8825 | 204 | 397 s |
| 18 | | 5x5 | 2x2 | 90,83% | 90,00% | 209 | 342 s |
| 19 | | 8x8 | 1x1 | 90,33% | 90,25% | 235 | 110 s |
| 20 | | 8x8 | 2x2 | 90,17% | 91,00% | 205 | 135 s |
| 21 | | 10x10 | 1x1 | 89,83% | 89,00% | 277 | 90 s |
| 22 | | 10x10 | 2x2 | 89,67% | 90,00% | 223 | 107 s |
| 23 | | 16x16 | 1x1 | 88,67% | 88,25% | 492 | 69 s |
| 24 | | 16x16 | 2x2 | 88,17% | 91,50% | 431 | 76 s |

Pengujian kedua adalah pengujian sistem terhadap Hidden Layer pada klasifikasi JST. Pengujian ini menggunakan skenario k-fold cross validation dengan nilai $k = 5$, dengan citra yang digunakan adalah citra telinga kucing, citra wajah kucing tanpa background dan citra wajah kucing dengan background. Parameter ekstraksi fitur yang digunakan adalah pixel per cells 8x8 dan cells per block 1x1 dikarenakan merupakan model HOG terbaik dari hasil pada tabel 1. Parameter yang digunakan adalah fungsi aktivasi sigmoid, learning rate 0,01, epoch max 1000, dan random state 1. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil akurasi parameter JST pada pengenalan kucing berdasarkan citra telinga kucing, wajah kucing tanpa background dan dengan background untuk mengenali kucing Scottish Fold

| No. | Jenis Citra | Hidden Layer | Training | Testing | Reached Epoch | Runtime |
|-----|------------------------|--------------|----------|---------|---------------|---------|
| 1 | Telinga | 10 | 98,00% | 96,50% | 371 | 53 s |
| 2 | | 20 | 97,83% | 97,00% | 240 | 48 s |
| 3 | | 30 | 97,83% | 97,25% | 187 | 51 s |
| 4 | | 40 | 97,83% | 97,25% | 175 | 48 s |
| 5 | | 50 | 97,83% | 97,50% | 164 | 48 s |
| 6 | | 60 | 98,00% | 97,25% | 140 | 49 s |
| 7 | | 70 | 98,00% | 97,00% | 129 | 48 s |
| 8 | | 80 | 98,00% | 97,00% | 135 | 56 s |
| 9 | | 90 | 98,00% | 97,25% | 129 | 52 s |
| 10 | | 100 | 97,83% | 97,25% | 117 | 59 s |
| 11 | | 200 | 97,83% | 97,00% | 102 | 57 s |
| 12 | | 500 | 98,00% | 97,00% | 85 | 88 s |
| 13 | | 1000 | 98,00% | 97,00% | 98 | 157 s |
| 14 | Wajah Tanpa Background | 10 | 95,83% | 95,25% | 326 | 107 s |
| 15 | | 20 | 95,83% | 95,25% | 220 | 101 s |
| 16 | | 30 | 95,83% | 94,75% | 165 | 101 s |
| 17 | | 40 | 96,00% | 94,50% | 147 | 104 s |

| | | | | | | |
|----|-------------------------|------|--------|--------|-----|-------|
| 18 | | 50 | 96,17% | 95,50% | 144 | 104 s |
| 19 | | 60 | 96,00% | 95,00% | 123 | 107 s |
| 20 | | 70 | 96,00% | 94,75% | 117 | 107 s |
| 21 | | 80 | 95,83% | 95,00% | 114 | 109 s |
| 22 | | 90 | 96,00% | 94,50% | 107 | 111 s |
| 23 | | 100 | 96,00% | 95,50% | 103 | 111 s |
| 24 | | 200 | 95,83% | 95,50% | 88 | 138 s |
| 25 | | 500 | 96,00% | 95,75% | 100 | 226 s |
| 26 | | 1000 | 96,50% | 96,00% | 121 | 376 s |
| 27 | Wajah dengan Background | 10 | 90,17% | 90,25% | 340 | 112 s |
| 28 | | 20 | 90,33% | 90,25% | 235 | 108 s |
| 29 | | 30 | 90,33% | 90,25% | 188 | 110 s |
| 30 | | 40 | 90,33% | 90,00% | 168 | 157 s |
| 31 | | 50 | 90,50% | 90,25% | 171 | 151 s |
| 32 | | 60 | 90,00% | 90,50% | 143 | 152 s |
| 33 | | 70 | 90,33% | 90,50% | 136 | 154 s |
| 34 | | 80 | 90,00% | 90,00% | 134 | 156 s |
| 35 | | 90 | 90,83% | 90,25% | 126 | 157 s |
| 36 | | 100 | 90,33% | 90,50% | 123 | 158 s |
| 37 | | 200 | 90,17% | 90,50% | 109 | 198 s |
| 38 | | 500 | 89,83% | 90,25% | 123 | 314 s |
| 39 | | 1000 | 89,83% | 90,25% | 156 | 560 s |

4.2 Analisis Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian pertama dengan hyperparameter HOG disetiap prosesnya, dapat diketahui tingkat akurasi terbaik dihasilkan dengan citra telinga kucing sebesar 97%, citra wajah kucing tanpa background sebesar 95,25% dan citra wajah kucing dengan background sebesar 90,25%. Hasil ini diperoleh dengan parameter pixel per cells 8x8 dan cells per block 1x1. Untuk parameter JST yang digunakan adalah hidden layer 20, learning rate konstan 0,01, dan fungsi aktivasi sigmoid.

Dari hasil pengujian kedua dengan hyperparameter hidden layer JST disetiap prosesnya, dapat diketahui tingkat akurasi terbaik dihasilkan dengan citra telinga kucing sebesar 97,5%, citra wajah kucing tanpa background sebesar 96%, dan citra wajah kucing dengan background sebesar 90,25%. Hasil ini diperoleh dengan parameter hidden layer 50 untuk citra telinga kucing, 1000 untuk citra wajah kucing tanpa background dan 90 untuk citra wajah kucing dengan background. Untuk parameter HOG menggunakan hasil terbaik dari pengujian pertama.

Semakin besar hidden layer, waktu komputasi akan semakin tinggi, namun tingkat akurasi tidak selalu meningkat. Dibuktikan dengan citra telinga kucing yang meraih akurasi tertingginya pada 50 hidden layer, yang mana merupakan titik optimal dari pengujian ini. Untuk citra wajah kucing tanpa background yang meraih akurasi tertingginya pada 1000 hidden layer bukan merupakan tingkat optimal dikarenakan waktu komputasi yang tinggi, dapat diperhatikan bahwa nilai paling optimal berada pada 50 hidden layer. Untuk citra wajah kucing dengan background meraih akurasi tertingginya pada 70 hidden layer merupakan titik optimal dari pengujian ini.

Banyaknya jumlah hidden layer dapat menyebabkan overfit pada model JST, yang berdampak tidak selalu data baru dapat dikenali, sehingga jumlah neuron pada hidden layer yang besar tidak selalu optimal. Dapat dilihat dari berbagai kategori citra, akurasi terbaik didapatkan dari jumlah layer yang berbeda-beda. Dengan tingkat akurasi demikian menunjukkan bahwa sistem secara keseluruhan dapat mengenali ras kucing Scottish Fold dan Non-Scottish Fold. Dari ketiga jenis citra, ditunjukkan bahwa citra telinga kucing memiliki performansi yang paling baik dalam mengenali ras kucing Scottish Fold dan Non-Scottish Fold.

5. Kesimpulan

Pixel per cell yang besar pada ekstraksi fitur HOG mengakibatkan jumlah fitur semakin kecil namun penggunaan nilai besar akan semakin memperburuk akurasi. Pada pengujian, penggunaan cells per block 1x1 memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan 2x2 dengan overlay 50%. Penggunaan banyak hidden layer tidak selalu berdampak meningkatkan hasil akurasi dikarenakan jumlah hidden layer yang terlalu banyak dapat menyebabkan overfit pada klasifikasi JST yang menyebabkan ketidakmampuannya sistem mengenali data yang belum pernah dikenali. Dari beberapa hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa sistem mampu

mengenal ras kucing Scottish Fold dengan akurasi 97,50% untuk telinga kucing, 96% untuk wajah kucing tanpa background, dan 90,50% untuk wajah kucing dengan background.

Daftar Pustaka

- [1] Cfa breeds. <http://www.cfa.org/breeds.aspx>, .
- [2] About the scottish fold. <http://cfa.org/breeds/breedssthrut/scottishfold.aspx>, .
- [3] The oxford-iiit pet dataset. <https://www.robots.ox.ac.uk/~vgg/data/pets/>.
- [4] N. Dalal and B. Triggs. Histograms of Oriented Gradients for Human Detection. Proceedings of the 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05), 2005. ISSN 0217-2445. doi: 10.1109/CVPR.2005.177.
- [5] K. Dennis-Bryan. The Complete Cat Breed Book. DK Publishing, New York, 1st edition, 2013. ISBN 9781465408518.
- [6] A. D. Dongare, R. R. Kharde, and A. D. Kachare. Introduction to Artificial Neural Network. International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT), 2(1):189–194, 2012. ISSN 2277-3754. URL <https://pdfs.semanticscholar.org/04d0/b6952a4f0c7203577afc9476c2fcab2cba06.pdf>.
- [7] C. A. Driscoll, J. Clutton-Brock, A. C. Kitchener, and S. J. O'Brien. The Evolution of House Cats: Scientific American. (August), 2009. URL http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=the-taming-of-the-cat{%&}sc=DD{%_}20090610.
- [8] L. Mariani. APLIKASI PENDETEKSIAN RAS KUCING DENGAN MENDETEKSI WAJAH KUCING DENGAN METODE VIOLA JONES BERBASIS ANDROID. JBPTUNIKOMPP, 2016.
- [9] R. Munir. Bab 1 Pengantar Pengolahan Citra. pages 1–10. URL <http://informatika.stei.itb.ac.id/{~}rinaldi.munir/Buku/PengolahanCitraDigital/>.
- [10] A. A. Patil and L. Maka. User Recognition Based on Face using Local Binary Pattern (LBP) with Artificial Neural Network (ANN). 2(5):3–6, 2015.
- [11] W. Sipayung. Perancangan Citra Watermarking Pada Citra Digital Menggunakan Metode Discrete Cosine Transform (Dct). Pelita Informatika Budi Darma, 7(3):104–107, 2014.
- [12] J. V. Vardhan. Plant Recognition using Hog and Artificial Neural Network. (May):746–750, 2017.
- [13] W. Zhang, J. Sun, and X. Tang. Cat Head Detection - How to Effectively Exploit Shape. pages 802–816, 2008.

Lampiran